

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-075936
 (43)Date of publication of application : 24.03.1998

(51)Int.Cl. A61B 5/05
 A63F 9/06

(21)Application number : 08-235003

(71)Applicant : OMRON CORP

(22)Date of filing : 05.09.1996

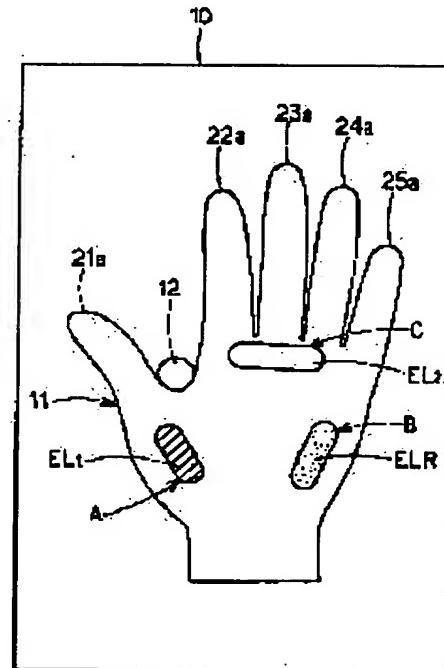
(72)Inventor : NISHIDAI HAJIME
 INAGE KATSUYUKI

(54) SKIN IMPEDANCE INPUT DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To make it possible to execute a stable measurement and to obtain excellent durability, contact feel and workability by arranging at least the measuring electrodes among a specific number of electrodes so as to bring these electrodes into contact with the base part of the thumb or the base part of the little finger of the hand of a person to be measured.

SOLUTION: The measuring electrode EL1, energizing electrode EL2, and reference electrode ELR are arranged as three pieces of the electrodes at the palm. A handprint 11 of the right hand is formed atop a base plate 10. When the person to be measured places the right hand in compliance with the handprint 11 of the base plate 10, the measuring electrode EL1 is arranged in the position A where the base part of the thumb 21a comes into contact therewith and the reference electrode ELR is arranged in the position where the base part of the little finger 25a comes into contact therewith and further, the energizing electrode EL2 is arranged in the position C where the base parts of the index finger 22a to the ring finger 24a come into contact therewith. In the case the person to be measured measures the skin impedance, the person places the right hand on the base plate 10 to press the part between the thumb 21a and the index finger 22a to the position of a boss 12. As a result, the entire part of the measuring electrode EL1 comes into contact with the region which is flat over the entire part and bulges. In addition, the contact area does not change in spite of minor body movement.



(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-75936

(43) 公開日 平成10年(1998)3月24日

(51) Int.Cl.⁶

A 6 1 B 5/05
A 6 3 F 9/06

識別記号

府内整理番号

F I

A 6 1 B 5/05
A 6 3 F 9/06

技術表示箇所

C

審査請求 有 請求項の数 9 O.L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平8-235003

(22) 出願日 平成8年(1996)9月5日

(71) 出願人 000002945

オムロン株式会社

京都府京都市右京区花園土堂町10番地

(72) 発明者 西台 元

京都府京都市右京区花園土堂町10番地 オムロン株式会社内

(72) 発明者 稲毛 勝行

京都府京都市右京区花園土堂町10番地 オムロン株式会社内

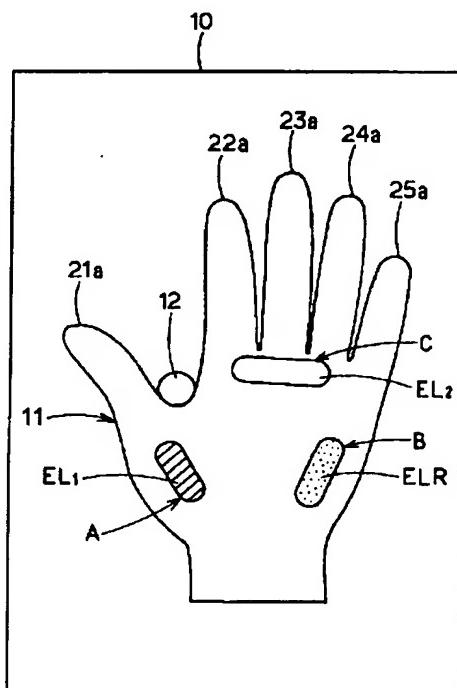
(74) 代理人 弁理士 中村 茂信

(54) 【発明の名称】 皮膚インピーダンス入力装置

(57) 【要約】

【課題】 安定的な測定が行え、かつ耐久性、皮膚との接触感、加工性に優れた皮膚インピーダンス入力装置を提供する。

【解決手段】 基板10の上面に手形11を形成し、この手形に被測定者が手を乗せたときに、測定電極EL₁を被測定者の拇指の基部が接触する位置Aに配置し、基準電極EL₂を被測定者の第5指の基部が接触する位置Bに配置し、通電電極EL₃を被測定者の第2指～第4指の基部が接触するように配置する。



【請求項9】前記請求項6、請求項7または請求項8記載の皮膚インピーダンス入力装置を入力手段として使用したことを特徴とするゲーム機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、皮膚インピーダンスの測定装置、特に皮膚インピーダンス入力装置に関する。

【0002】

10 【従来の技術】生体の皮膚インピーダンスは、覚醒水準の指標として用いる研究がなされている。この種の皮膚インピーダンスを測定するのに、例えば図14のAC通電法の測定装置が使用される。ここでは、測定用の電極は、測定電極E L₁、通電電極E L₂及び基準電極E L Rの3個の電極が使用され、測定電極E L₁を手の掌に、通電電極E L₂、基準電極E L Rを前腕に装着している。正弦波発振器1から出力電圧を電圧／電流変換器2で同相の電流に変換し、皮膚に通電する。その電流により皮膚インピーダンスの変化を電位降下として取り出し、差動増幅器3で増幅する。これを乘算器4で基準信号によって同期整流し、基準信号に対して2倍の周波数成分をもつ成分を、遮断周波数3.5Hzの低域通過フィルタ(LPF)5を通じて取り除くことにより、LPF出力には、直流信号が取り出され、皮膚インピーダンスZの等価直列抵抗成分R₁に比例した電圧(SIL)となる。さらに、このSILを遮断周波数0.05Hzの高域通過フィルタ6に通すことにより、皮膚インピーダンスの変動成分に比例した波形(SIR)を取り出すことができる〔文献：電子情報通信学会信学技報MBE-54(1993-07)、電学論C113巻7号、平成5年P527〕。

【0003】

20 【発明が解決しようとする課題】上記した従来の皮膚インピーダンスの測定方法では、電極の取り付け部位、接触状態の変化については、十分な示唆が見当たらない。したがって、例えば手の掌の皮膚インピーダンスを測定するための電極配置や電極と皮膚の接触条件が把握されておらず、測定の信頼性、データの解釈、再現性の点で不十分であるという問題がある。

30 【0004】また、一般に、生体に通電して測定を行う場合の電極としてプリグル電極がある。このプリグル電極は皮膚との密着度を確保できるメリットがあり、安定的な測定を行うことが可能となるが、耐久性、皮膚との接触感、加工性に問題があった。この発明は上記問題点に着目してなされたものであって、安定的な測定が行え、かつ耐久性、皮膚との接触感、加工性に優れた電極を持つ皮膚インピーダンス入力装置を提供すること目的としている。

【0005】

40 【課題を解決するための手段】この出願の発明者等は、

【特許請求の範囲】

【請求項1】測定電極、通電電極及び基準電極の3個の電極を用いて皮膚インピーダンスを測定する皮膚インピーダンス入力装置において、少なくとも測定電極は、被測定者の手の拇指の基部あるいは第5指の基部に接触するように配置することを特徴とする皮膚インピーダンス入力装置。

【請求項2】測定電極、通電電極及び基準電極の3個の電極を用いて皮膚インピーダンスを測定する皮膚インピーダンス入力装置において、

前記測定電極は、被測定者の手の拇指の基部に、前記通電電極を第5指の基部に接触するように、かつ前記基準電極を、前記拇指の基部、第5指の基部以外の掌領域に接触するように配置することを特徴とする皮膚インピーダンス入力装置。

【請求項3】測定電極、通電電極及び基準電極の3個の電極を用いて皮膚インピーダンスを測定する皮膚インピーダンス入力装置において、

前記測定電極を第5指の基部に、通電電極を拇指の基部に接触するように、かつ前記基準電極を、前記拇指の基部、第5指の基部以外の掌領域に接触するように配置することを特徴とする皮膚インピーダンス入力装置。

【請求項4】測定電極、通電電極及び基準電極の3個の電極を用いて皮膚インピーダンスを測定する皮膚インピーダンス入力装置において、

前記測定電極は、被測定者の手の拇指の基部に、前記基準電極を第5指の基部に接触するように、かつ前記通電電極を、前記拇指の基部、第5指の基部以外の掌領域に接触するように配置することを特徴とする皮膚インピーダンス入力装置。

【請求項5】測定電極、通電電極及び基準電極の3個の電極を用いて皮膚インピーダンスを測定する皮膚インピーダンス入力装置において、

前記測定電極を第5指の基部に、前記基準電極を拇指の基部に接触するように、かつ前記通電電極を前記拇指の基部、第5指の基部以外の掌領域に接触するように配置することを特徴とする皮膚インピーダンス入力装置。

【請求項6】前記測定電極、通電電極及び基準電極は、上面が平面状の基体の上面に形成されたものである請求項1、請求項2、請求項3、請求項4または請求項5記載の皮膚インピーダンス入力装置。

【請求項7】前記基体の上面に、手を載置したときに手の掌を所定の位置に位置決めする位置決め手段を前記基体上に備えた請求項6記載の皮膚インピーダンス入力装置。

【請求項8】前記測定電極、通電電極及び基準電極は、握持したときに手の掌面が表面にフィットするように表面を形成したジョイティック様の基体の表面に形成したものである請求項1、請求項2、請求項3、請求項4または請求項5記載の皮膚インピーダンス入力装置。

図14に示す従来の通電装置を用い、図3で示すように、掌に3個の電極、すなわち測定電極E L₁、通電電極E L₂及び基準電極E L Rを配置し、電流I₁を通電して、その特性を検討中に差動増幅器3の出力V_{out}は、測定電極E L₁における皮膚接触抵抗R₁にのみ大きく依存することを見出した。以下、その理由を図3のE部分の等価回路(図13)を参照し、式を用いて説明する。

【0006】ここで、図3の回路において、①電圧/電流変換器2は入力された電圧値が表現する目標電流値を維持するための電流サーボ機能を内蔵している。そのため、通電電極E L₂と皮膚との間の接触抵抗が変動しても、通電電極E L₂を通じて手に流しこまれる電流値は電流サーボ機能の働きにより、変化しない。なお、電圧/電流変換器2は、この電流サーボ機能を持たせた状態で、例えば通電電極E L₂の接触面積が極端に小さくなると一定電流を流すために、無限に出力電圧が大きくなるのを防止するため、電圧リミッタを内蔵している。

【0007】②差動増幅器3の入力インピーダンスは非常に大きく、実質的に無限大であるとみなせる。

上記①②より、図3のE部分の回路は、図13の等価回路で表現できる。なお、R₁は測定電極E L₁と皮膚との接触抵抗、R₂は通電電極E L₂と皮膚との接触抵抗、R_Rは基準電極E L Rと皮膚との接触抵抗である(手の内部の抵抗値は0とした)。

【0008】この等価回路において、次の回路方程式が成立する。

$$V_{out} = V_R - V_0 \quad \dots (1)$$

$$V_T = R_1 \cdot I_1 + V_0 \quad \dots (2)$$

$$V_R = V_T \quad \dots (3)$$

(3) 式が成立つのは、差動増幅器3の入力インピーダンスは無限大なので、抵抗R_Rを電流が流れないからである。

【0009】上記(1)～(3)式より、

$$V_{out} = R_1 \cdot I_1 \quad \dots (4)$$

そして、

$$R_1 = \rho \cdot S_1 \quad \dots (5)$$

ただし、ρ：単位面積当たりの皮膚接触抵抗

S₁：測定電極E L₁の面積

であるから、(4)式は

$$V_{out} = \rho \cdot S_1 \cdot I_1 \quad \dots (6)$$

と変形できる。

【0010】それゆえ、出力V_{out}は皮膚接触抵抗R₁、すなわち測定電極E L₁の皮膚接触抵抗のみの影響を受け、単位面積当たりの皮膚接触抵抗ρに正しく対応した出力V_{out}を得ようとすれば、接触面積S₁を安定に保つ必要がある。この出願の発明は、上記見出した事実に基づきなされたものであって、皮膚インピーダンス入力装置において、最も測定を安定にし得るよう

に、測定電極を皮膚との間で一定な接触面積が得られるように構成している。

【0011】この明細書の特許請求の範囲の請求項1に掛かる皮膚インピーダンス入力装置は、測定電極、通電電極及び基準電極の3個の電極を用いて皮膚インピーダンスを測定するものにおいて、少なくとも測定電極は、被測定者の手の拇指の基部あるいは第5指の基部に接触するように配置している。また、請求項2に係る皮膚インピーダンス入力装置は、測定電極、通電電極及び基準電極の3個の電極を用いて皮膚インピーダンスを測定するものにおいて、前記測定電極は、被測定者の手の拇指の基部に、前記通電電極を第5指の基部に接触するように、かつ前記基準電極を、前記拇指の基部、第5指の基部以外の掌領域に接触するように配置している。

【0012】また、請求項3に係る皮膚インピーダンス入力装置は、測定電極、通電電極及び基準電極の3個の電極を用いて皮膚インピーダンスを測定するものにおいて、前記測定電極を第5指の基部に、通電電極を拇指の基部に接触するように、かつ前記基準電極を、前記拇指の基部、第5指の基部以外の掌領域に接触するように配置している。

【0013】また、請求項4に係る皮膚インピーダンス入力装置は、測定電極、通電電極及び基準電極の3個の電極を用いて皮膚インピーダンスを測定するものにおいて、前記測定電極は、被測定者の手の拇指の基部に、前記基準電極を第5指の基部に接触するように、かつ前記通電電極を、前記拇指の基部、第5指の基部以外の掌領域に接触するように配置している。

【0014】また、請求項5に係る皮膚インピーダンス入力装置は、測定電極、通電電極及び基準電極の3個の電極を用いて皮膚インピーダンスを測定するものにおいて、前記測定電極を第5指の基部に、前記基準電極を拇指の基部に接触するように、かつ前記通電電極を前記拇指の基部、第5指の基部以外の掌領域に接触するように配置している。

【0015】また、請求項6に係る皮膚インピーダンス入力装置は、請求項1、請求項2、請求項3、請求項4または請求項5に係るものにおいて、前記測定電極、通電電極及び基準電極は、上面が平面状の基体の上面に形成したものである。また、請求項7に係る皮膚インピーダンス入力装置は、請求項6に係るものにおいて、前記基体の上面に、手を載置したときに手の掌を所定の位置に位置決めする位置決め手段を前記基体上に備えたものである。

【0016】また、請求項8に係る皮膚インピーダンス入力装置は、請求項1、請求項2、請求項3、請求項4または請求項5に係るものにおいて、前記測定電極、通電電極及び基準電極は、握持したときに手の掌面が表面にフィットするように表面を形成したジョイスティック様の基体の表面に形成したものである。また、請求項9

に係るゲーム機は請求項6、請求項7または請求項8に係る皮膚インピーダンス入力装置を入力手段として使用したものである。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、実施の形態により、この発明をさらに詳細に説明する。図1は、この発明の一実施形態皮膚インピーダンス入力装置を示す平面図である。この実施形態皮膚インピーダンス入力装置は、偏平な長方形形状の基板10の上面に、右手の手形11が形成され、さらにこの基板10の手形11に合わせて、被測定者が右手を置くと、拇指21bの基部が接触する位置Aに測定電極EL1が配置され、また第5指(子指)25bの基部が接触する位置Bに基準電極ELRが配置され、さらに第2指22b～第4指24bの基部が接触する位置Cに、通電電極EL2が配置されている。ここで拇指の基部とは、図2に示す例えれば左手の掌の拇指21bと手首26b間にまたがる偏平かつ掌の中央部より膨出した領域aの部分であり、また第5指の基部とは、図2に示す左手の掌の第5指25bと手首26b間にまたがる偏平かつ掌の中央部より膨出した領域bの部分である。なお、図1において、21a、…、25aは、手形11の拇指、…、第5指である。

【0018】測定電極EL1は、長径が20mm、短径10mm程度の楕円形のものであり、基板10の上面より5mm程度突出させている。他の通電電極ELR及び基準電極EL2もほぼ同様である。また、電極材料としてはステンレス等の金属あるいは導電ゴムが使用される。基板10の上面には、被測定者が右手を手形11に置いたときに、拇指21bと第2指の又部にボス12がくるようにして、手の掌の位置決めをするようにしている。また、基板10内部には図示していないが、測定電極EL1、通電電極EL2、基準電極ELRが接続されるリード線が設けられており、皮膚インピーダンスを測定するときは、図3に示すように測定装置の回路部に接続される。回路部は従来のものと特に変わることはない。基板10は、例えれば樹脂等の電気的絶縁材が使用される。なお、この実施形態では位置決め用のボス12を拇指と第2指の間にくるようにしているが、このボス12は他の位置、例えば第2指と第3指の間の指又に設けてもよい。この場合、ボス12と通電電極EL2を一体的に構成してもよい。後述のように、第2指～第4指の基部に配置する電極が基準電極ELRである場合は、この電極ELRとボス12を一体的にしてもよい。

【0019】被測定者が皮膚インピーダンスを測定する場合には、右手を基板10に乗せ、拇指21bと第2指22bの間がボス12の位置に当たるようにする。これにより、測定電極EL1全体が偏平かつ膨出した領域aに接触し(図4参照)、かつ所定電極EL1はコイン状に突出しているので、少しの体動に対しても接触面積が変化しない。それ故に、安定的な計測が可能となる。さ

らに、被測定者は手を乗せるだけで良いので、面倒さがなく、その拘束を和らげることができる。また、電極を金属で構成するため、接触感、耐久性、加工性が向上し、皮膚インピーダンス入力装置の応用範囲を広げることができる。

【0020】また、他の実施形態として、図1に代えて、図5に示すように、手形11に右手を乗せると、第5指25bの基部が接触する位置Bに、測定電極EL1を配置し、拇指21bの基部が接触する位置Aに基準電極ELRを配置しても、図1の電極配置と同様の効果が得られる。また、図5の場合と同様に、測定電極EL1を第5指25bの基部が接触する位置Bに配置するとともに、拇指21bの基部が接触する位置Aに通電電極EL2を配置し、基準電極ELRは第2～第4指の基部に配置してもよい。さらに、図1の場合と同様に、測定電極EL1を拇指21bの基部が接触する位置Aに配置するとともに、第5指25bの基部が接触する位置Bに通電電極EL2を配置し、基準電極ELRは第2～第4指の基部に配置してもよい。ようするに、測定電極EL1のみを拇指21bの基部、あるいは第5指25bの基部に配置し、他の通電電極EL2及び基準電極ELRは、掌のいずれの位置に配置しようとも安定な測定が可能となる。

【0021】図6は、基板10の上面に左手の手形11、測定電極EL1、通電電極EL2及び基準電極ELRを形成したものであり、図1と同様に、拇指21bの基部が測定電極EL1に接触するように配置したものである。右手の場合と同様に、左手の場合でも種々の変形配置が考えられる。また、測定電極EL1が拇指21bの基部、あるいは第5指25bの基部に接触するように配置されれば充分な安定的なインピーダンスの測定が可能であり、他の通電電極EL2、基準電極ELRはいかなる領域に配置されていてもさしつかえない。例えば、図7のように、基準電極ELRと通電電極EL2を第5指25bの基部に接触するように配置しても良いが、極端に接近させると、短絡が生じるおそれがあるので避けた方が望ましい。

【0022】図8は、この発明の他の実施形態皮膚インピーダンス入力装置を示す斜視図である。この実施形態皮膚インピーダンス測定装置は、ジョイスティック型のものであり、略、円柱状の基体30を、この基体を被測定者が手で握持した場合、掌及び指がフィットするように曲面31を形成しており、被測定者が基体30を握持すると、掌面が基体表面に密着する。この基体30の表面に、拇指21bの基部が接触する位置に測定電極EL1が、また第5指25bの基部が接触する位置に基準電極ELRが、さらに第2指～第4指22b～25bの基部が接触する位置に通電電極EL2が配置されている。

【0023】このジョイスティック型の皮膚インピーダンス入力装置も測定電極EL1を拇指21bの基部ある

いは第5指25bの基部に配置することが必須であり、他の基準電極E LR及び通電電極E L₁は掌のいかなる領域に配置してもよい。以上のように、上記した各実施形態において、測定電極E L₁は必ず拇指の基部あるいは第5指の基部が接触するようにしている。これは偏平かつ膨出した掌の拇指の基部あるいは第5指の基部に、測定電極E L₁を接触させることにより、接触面積の変化を少なくし、接触状態の悪さによる測定状態に対して致命的な影響を与えるのを防止するためである。

【0024】次に、上記した測定電極E L₁の接触面積の変化を少なくすることに留意し、その他の基準電極E LR及び通電電極E L₂の接触面積の変化、つまり不安定性を考慮しなくてもよい理由を説明する。図9、図10、図11は、図1の入力装置を図3に示した通電装置に使用して、それぞれ測定開始時に測定電極E L₁、通電電極E L₂及び基準電極E LRの1つのみの電極の約半分の面積を紙で覆った状態で、手の掌を置き、測定出力が安定した時点で急速に紙を引いて取り除いた場合のインピーダンスの絶対値S ILと変動分S IRを示す特性図である。

【0025】図9に示すように、測定電極E L₁の紙を急に引いた場合は、インピーダンスの絶対値S ILそのものが大きく変化し、接触面積の変化が外乱として生体反応の測定に対して影響する。これに対し、通電電極E L₂の場合は、図10に示すようにインピーダンスの絶対値S ILにはほとんど影響なく、回路の通電電流の安定化遅れなどが原因と思われる小さな(短時間)の出力変化パルスPが発生するが、紙を引き出したことによる生体反応期間T(短くとも2秒～数秒)に比べ、はるかに短時間である。また、基準電極E LRの場合は、図11に示すように、S IR、S ILとも出力信号にほとんど変化がない。

【0026】図12は、上記図1の実施形態皮膚インピーダンス入力装置を使用したゲーム機を示す斜視図である。このゲーム機では、遊戯者が左手を手形に乗せることにより、皮膚インピーダンスを入力し、発汗状態等の相違による皮膚インピーダンスの変化を取り込み、占いゲーム、心理ゲーム等を行う。このゲーム機では、皮膚インピーダンス入力装置10を、ゲーム機40の操作面41に、手形及び3個の電極を形成してもよいし、図1に示したもののはめこんでもよい。

【0027】

【発明の効果】この出願の特許請求の範囲の請求項1、請求項2、請求項3、請求項4及び請求項5に係る発明によれば、測定電極を拇指の基部あるいは第5指の基部に接触するように配置するものであるから、安定な皮膚インピーダンスの測定が可能となり、また電極として金属を使用できるので、接触感、耐久性、加工性を向上でき、皮膚インピーダンスの応用範囲を広げることができると。

(5)
8

【0028】また、請求項6に係る発明によれば、平面状の基体の上面に掌を乗せるだけで良いので、被測定者に拘束を与えることなく容易に測定できる。また、請求項7に係る発明によれば、位置決め手段により掌を適正な位置にセットすることができる。また、請求項8に係る発明によれば、手で握持するだけで容易に測定を行うことができる。

10 【0029】また、請求項9の発明によれば、簡単な操作、つまり手を手形に乗せ、あるいは握持することにより、皮膚インピーダンスを精度良く入力することができ、ゲームを楽しむことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施形態皮膚インピーダンス入力装置を示す平面図である。

【図2】掌の拇指の基部及び第5指の基部を説明するための図である。

【図3】図1の入力装置を用いて、掌の皮膚インピーダンスを測定する通電装置の回路を示すブロック図である。

20 【図4】上記実施形態皮膚インピーダンス入力装置に手を置いた状態を示す側面図である。

【図5】皮膚インピーダンス入力装置の電極配置の他の例を示す図である。

【図6】左手用の皮膚インピーダンス入力装置を示す平面図である。

【図7】左手用の皮膚インピーダンス入力装置の電極配置の他の例を示す図である。

【図8】この発明の他の実施形態皮膚インピーダンス入力装置を示す斜視図である。

30 【図9】測定電極の半分を紙で覆い、紙を急に取り除いて接触面積を変化させた場合の通電出力を示す図である。

【図10】通電電極の半分を紙で覆い、紙を急に取り除いて接触面積を変化させた場合の通電出力を示す図である。

【図11】基準電極の半分を紙で覆い、紙を急に取り除いて接触面積を変化させた場合の通電出力を示す図である。

40 【図12】平面状の皮膚インピーダンス入力装置をゲーム機に組み込んだ場合のゲーム機の斜視図である。

【図13】図3に示す回路のE部分の等価回路を示す回路図である。

【図14】3個の電極を用いた従来の皮膚インピーダンス測定方法を説明する通電装置のブロック図である。

【符号の説明】

10 基板(基体)

11 手形

21a、…、25a 手形の指

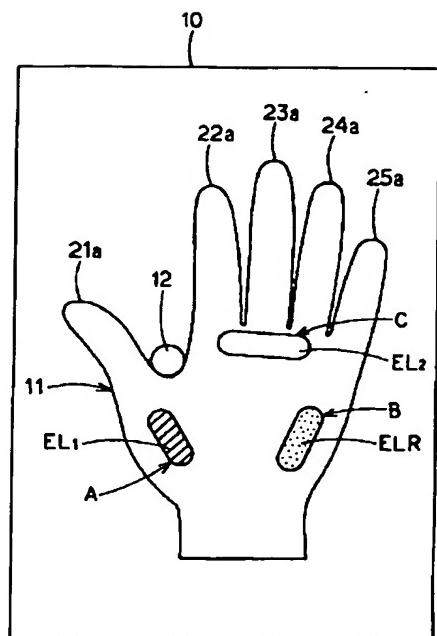
E L₁ 測定電極

E L₂ 通電電極

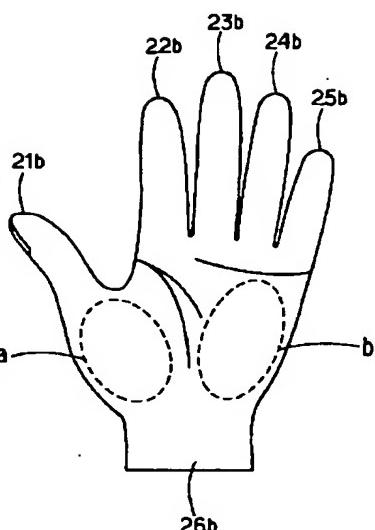
E L R

基準電極

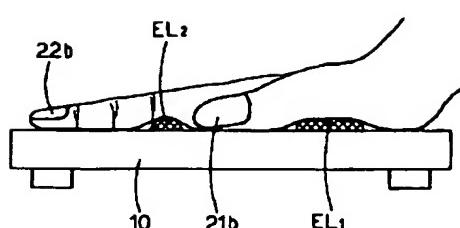
【図1】



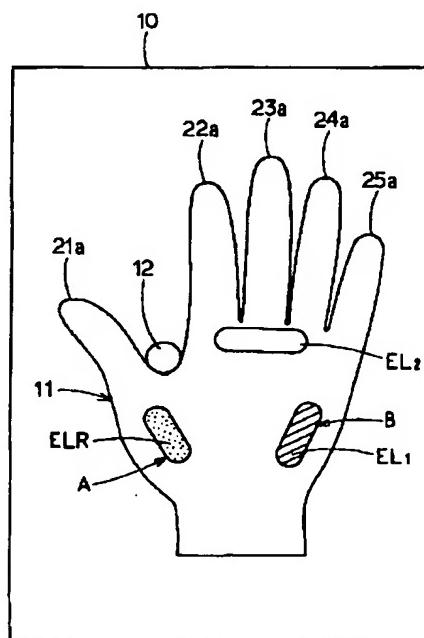
【図2】



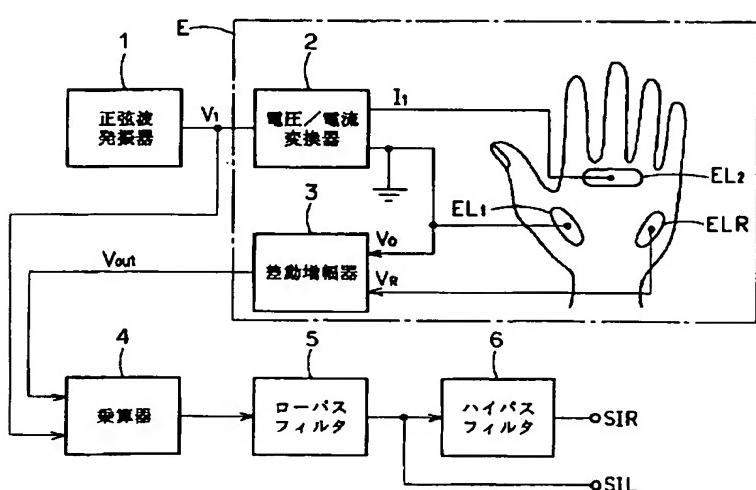
【図4】



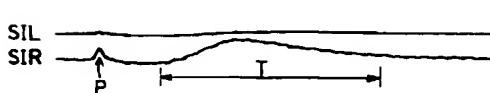
【図5】



【図3】



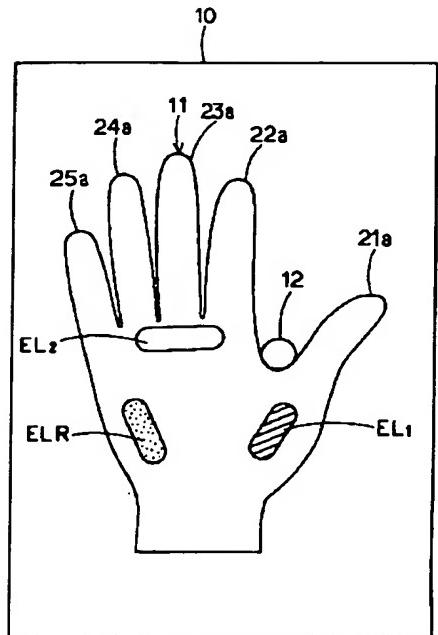
【図10】



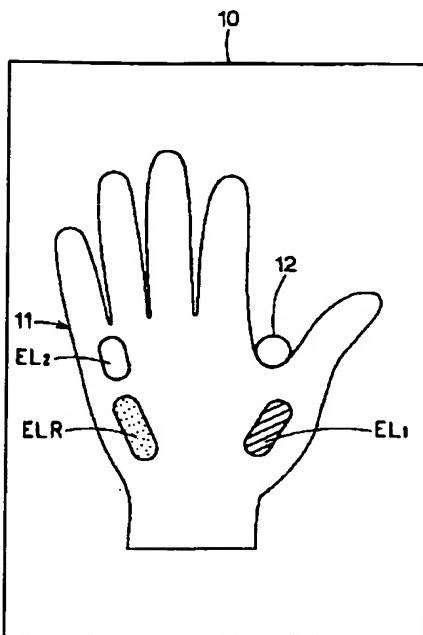
【図11】



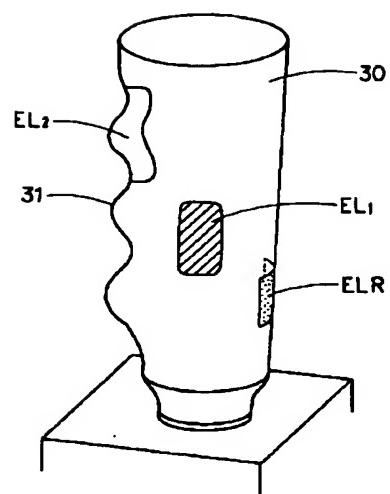
【図6】



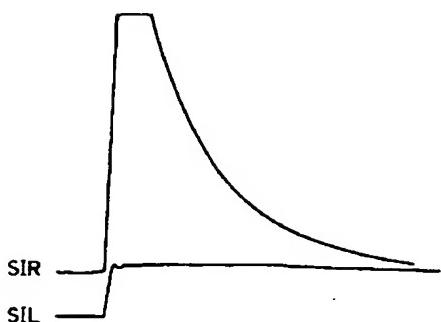
【図7】



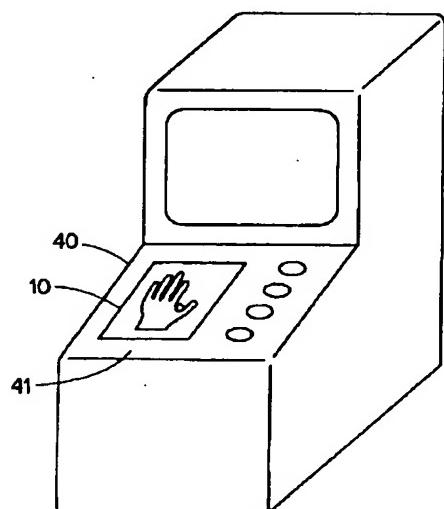
【図8】



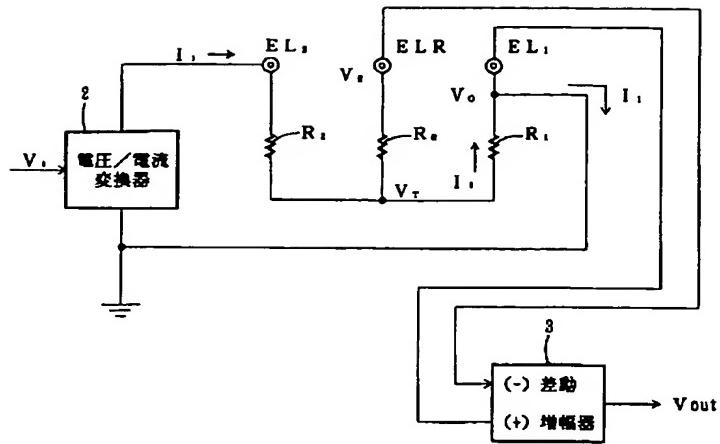
【図9】



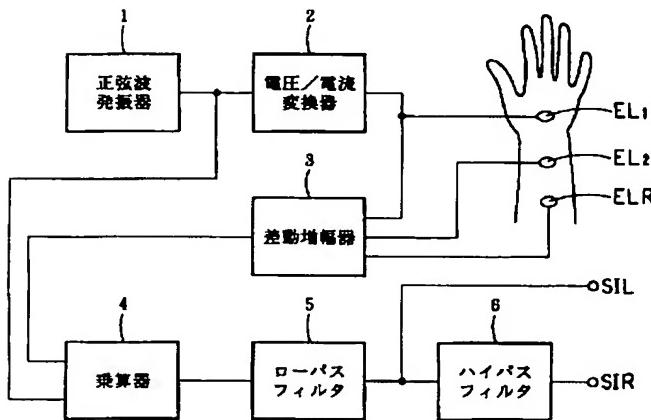
【図12】



【図13】



【図14】



【手続補正書】

【提出日】平成9年8月21日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0008

【補正方法】変更

【補正内容】

【0008】この等価回路において、次の回路方程式が成立する。

$$-V_{at} = V_r - V_o \quad \dots (1)$$

$$V_r = R_1 \cdot I_1 + V_o \quad \dots (2)$$

$$V_r = V_t \quad \dots (3)$$

(3) 式が成立つのは、差動増幅器3の入力インピーダンスは無限大なので、抵抗 R_1 を電流が流れないのである。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0009

【補正方法】変更

【補正内容】

【0009】上記(1)～(3)式より、
 $-V_{at} = R_1 \cdot I_1 \quad \dots (4)$

そして、

$$R_1 = \rho \cdot S_1 \quad \dots (5)$$

ただし、 ρ ：単位面積当たりの皮膚接触抵抗 S_1 ：測定電極 EL_1 の面積

であるから、(4)式は

$$-V_{at} = \rho \cdot S_1 \cdot I_1 \quad \dots (6)$$

と変形できる。